

PENURASAN MINYAK SAWIT MENTAH: SATU KAJIAN AWAL.

Adnan R., Ramlan A. A., Dr. Hamdani S., Nor Hashimah M. dan Norlela A.C.

**Jabatan Kejuruteraan Kimia,
Fakulti Kejuruteraan Kimia & Sumber Asli,
UTM, Kampus Jalan Semarak,
54100 Kuala Lumpur.**

ABSTRAK

Tujuan kajian ini ialah untuk mendapatkan satu kaedah baru bagi penjernihan minyak sawit mentah. Pada peringkat awal, kaedah penurasan vakum (arah atas dan arah bawah) dan penurasan tekanan tinggi telah menjadi tumpuan kajian ini. Analisis makmal telah dilakukan untuk penurasan vakum dengan keadaan operasi suhu 70° - 90°C dan tekanan vakum 15.96 - 66.5 kN/m². Manakala operasi untuk penurasan tekanan tinggi ialah pada suhu 90°C dengan tekanan 400 - 600 kN/m². Sememangnya itu, bagi penurasan vakum arah atas, ujikaji dijalankan pada 90°C dan tekanan operasi 13.15 - 65.78 kN/m².

Hasil daripada kajian didapati bahawa nilai α kek yang terbentuk adalah dalam julat 2×10^{10} - 1.7×10^{10} m/kg untuk penurasan vakum. Dan julat α kek bagi penurasan tekanan tinggi ialah 1.14×10^{12} - 4.417×10^{12} m/kg. Dalam kaedah ini juga, telah didapati bahawa kehilangan minyak dalam kek adalah tinggi. Walaubagaimanapun kehilangan minyak dapat dikurangkan dengan bantuan proses pengeringan vakum atau penekanan hidrolik. Kaedah penekanan pada tekanan hidrolik 1400 kN/m² telah dilakukan dan didapati kehilangan minyak melalui kek berkurangan sebanyak 4%.

ABSTRACT

The aim of this study is to find a new technique for clarification of crude palm oil slurry. Filtration by vacuum (upward and downward) and high pressure were considered for this study. The operating conditions for vacuum downward filtration was at temperature of 70 - 90°C and pressure at 15.96 - 66.5 kN/m² while for high pressure filtration the experiment was carried at 90°C and pressure of 400 - 600 kN/m². For vacuum upward filtration, the experiment was carried at 90°C and pressure of 13.15 - 65.78 kN/m².

The specific cake resistance, α , obtained from the experiment results was within the range of $1.7 - 2 \times 10^{10}$ m/kg for vacuum filtration and $1.14 - 4.417 \times 10^{12}$ m/kg for high pressure filtration. The oil loss to the filtration cake was considerably high. By squeezing the cake at hydraulic pressure of 1400 kN/m², the oil loss was reduced by 4%.

1.0 PENGENALAN

Malaysia adalah pengeluar dan pengeksport minyak sawit yang terbesar di dunia. Pada tahun 1981, kilang-kilang kelapa sawit di Malaysia telah mengeluarkan kira-kira 2.82 juta tan minyak sawit dan pengeluaran ini dijangka meningkat kepada 6 juta tan pada tahun 1995 dan seterusnya ke angka 6.5 juta tan menjelang tahun 2000 (PORIM Bulletin, 1990).

Pengimport utama dan terbesar minyak sawit Malaysia ialah United Kingdom iaitu kira-kira 2,770,000 tan pada tahun 1981 (TAS News, 1990). Negara-negara lain yang turut mengimport minyak sawit Malaysia ialah Jepun, India, Pakistan dan lain-lain lagi. Dari laporan "refiner", Malaysia adalah pengeluar minyak sawit mentah yang berkualiti tinggi dengan kandungan asid lemak bebas yang rendah iaitu 3.6% berbanding dengan minyak kelapa sawit yang dikeluarkan oleh Indonesia dan Britain iaitu kira-kira 4.0%. Sehubungan dengan itu, suatu kaedah penghasilan minyak kelapa sawit yang cekap dan dapat menghasilkan minyak kelapa sawit mentah yang bermutu tinggi diselidiki.

Kaedah lazim yang dilakukan oleh industri-industri kelapa sawit dalam pengeluaran minyak sawit mentah ialah penjernihan (lihat Gambarajah 1). Proses penjernihan banyak bergantung pada kandungan air dan kekotoran minyak, sementara kualiti minyak sawit mentah yang dihasilkan pula bergantung kepada prestasi unit penjernih (Ramlan et. al., 1991). Penggunaan kaedah ini telah mengakibatkan kehilangan minyak yang banyak iaitu kira-kira 11.5% dan penghasilan air buangan tercemar juga tinggi (Adnan R., 1988).

2.0 TEORI

Penurasan adalah merupakan salah satu kaedah pemisahan pepejal-cecair yang mengeksploitasikan perbezaan fasa pepejal dan cecair iaitu dengan melakukan ampaian (sistem pepejal-cecair) tersebut melalui medium berliang iaitu medium penuras (Coulston, J.M. and Richardson, J.F., 1978). Lapisan pepejal yang terbentuk di atas medium dikenali sebagai kek turasan dan bahagian cecair yang telah dipisah dikenali sebagai hasil turasan. Kek turasan dan medium penuras akan membentuk rintangan kepada aliran cecair turasan. Pengetahuan mengenai rintangan medium dan kek adalah penting dalam menentukan kesesuaian penggunaan teknik ini dalam pemisahan pepejal-cecair dan merekabentuk juga untuk alat penuras.

Kadar penurasan buburan boleh diberi dalam bentuk rintangan kek dan medium penuras seperti berikut:

$$\frac{1}{A} \frac{dV}{dt} = \frac{DP}{m(R_c + R)}$$

Dimana DP ialah jumlah kejatuhan tekanan merentasi medium dan kek, A ialah luas permukaan media penuras, t ialah masa dan m ialah kelikatan cecair turasan. Rintangan kek berkadar terus dengan jisim kek terenap, maka

$$R_c = aw$$

di mana a ialah rintangan spesifik kek dan w ialah jisim kek terenap per unit luas.

Kepekatan buburan C boleh dianggarkan melalui persamaan berikut:

$$C = \frac{rS}{(1-mS)}$$

di mana r ialah kelikatan buburan, S ialah kepekatan pepejal sebenar atau pecahan jisim pepejal kering kepada jisim buburan, m ialah pecahan jisim kek lembab ke atas jisim kek kering. Dengan menggunakan persamaan di atas untuk penurasan pada tekanan tetap menghasilkan persamaan berikut:

$$\frac{t}{V} = \frac{maSV}{2A^2(DP)} + \frac{mR}{A(DP)}$$

Persamaan di atas akan digunakan untuk menentukan rintangan spesifik kek dan rintangan media penuras.

Bagi penurasan kek boleh mampat didapati bahawa rintangan spesifik kek berubah dengan tekanan operasi seperti hubungan berikut:

$$a = a_0(DP)^n$$

di mana a_0 ialah rintangan pada unit tekanan yang digunakan dan n merupakan faktor kemampatan kek. Faktor kemampatan boleh ditentukan dengan melakar graf $\log(a)$ melawan $\log(DP)$. Menurut Rushton, nilai n biasanya berada dalam julat antara 0 hingga 1.2 dan bagi kek tak boleh mampat, faktor kemampatannya ialah 0.

3.0 METODOLOGI

Kajian penurasan minyak sawit mentah dijalankan dalam tiga keadaan penurasan: penurasan vakum arah atas, penurasan vakum arah bawah, dan penurasan tekanan tinggi dan juga berbagai keadaan operasi seperti tekanan, suhu dan kadar pencairan buburan minyak sawit. Untuk permulaan kajian kesan suhu dan tekanan terhadap ketiga-tiga kaedah penurasan dijalankan bagi melihat kesesuaian teknik penurasan dan untuk membantu dalam memilih rekabentuk alat penuras yang hendak dibina.

Buburan minyak sawit yang digunakan dalam kajian ini diperolehi dari Kilang Kelapa Sawit Sungai Sedu, banting, Selangor.

3.1 Penurasan Vakum (arah atas dan arah bawah)

Dalam kajian ini, penurasan dijalankan dengan menggunakan alat penuras vakum yang dibina khas untuk menyediakan keadaan operasi yang dikehendaki (Gambarajah 2 dan 3). Alat penuras vakum terdiri daripada sel penuras, kebuk vakum, sistem pemanas: untuk mengawal suhu operasi dan pam vakum berserta dengan sistem paip yang membolehkan tekanan vakum diubahsuai.

Penurasan arah bawah dijalankan dalam tiga suhu iaitu 70°C, 80°C dan 90°C dan enam tekanan operasi iaitu 21.28, 26.60, 31.92, 34.58, 42.56 dan 53.20 kN/m². Sementara penuras vakum arah

atas dijalankan pada suhu 90°C dan tekanan operasi 13.15, 26.31, 39.47, 52.63 dan 65.7 kN/m². Dalam setiap penurasan, 200 ml sampel buburan minyak sawit tanpa pencairan digunakan.

Sampel minyak yang hendak digunakan akan dipanaskan kesuhu operasi bagi mengurangkan kesan pemendakan semasa permulaan penurasan. Suhu sel penuras dikawal dengan mengawal suhu air panas kitaran. Sementara tekanan vakum operasi dikawal dengan melaraskan injap kawalan vakum. Hasil turasan akan terkumpul dalam selinder penerima. Kadar penurasan direkodkan dengan mencatat masa bagi peningkatan setiap 3 ml hasil turasan.

3.2 Penurasan Tekanan Tinggi

Ujikaji dijalankan dengan menggunakan Alat Penuras Tekanan Tinggi "Boroid". Suhu sampel dikawal dengan menggunakan elemen pemanas pada alat tersebut, sementara tekanan operasi dilaras dengan menggunakan gas nitrogen termampat. Kajian dijalankan pada suhu 90°C dan tekanan operasi 400, 500 dan 600 kN/m². Kaedah ujikaji adalah seperti di atas.

4.0 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Kesan Tekanan Terhadap Kadar Alir Penurasan

Rajah 1 dan 2 menunjukkan fluks penurasan untuk berbagai tekanan operasi bagi penurasan tekanan tinggi dan penurasan vakum. Kedua-dua rajah memperlihatkan penyusutan kadar penurasan makin berkurang dengan peningkatan nilai perbezaan tekanan (DP). Perkara ini berlaku kerana zarah-zarah pepejal dalam buburan minyak sawit terdiri daripada gentian dan sedikit kotoran lain seperti pasir dan seterusnya akan menghasilkan kek boleh mampat. Bagi kek boleh mampat, keliangan kek bergantung kepada tekanan operasi penurasan, di mana makin tinggi DP, maka didapati makin rendah keupayaan ketelusan atau makin tinggi rintangan penurasan. Oleh itu, pada tekanan tinggi kadar pemampatan kek akan meningkat dan seterusnya menurunkan fluks penurasan.

Dalam penurasan vakum, penyusutan fluks agak ketara berlaku pada permulaan penurasan untuk semua tekanan. Keadaan ini berlaku kerana pada permulaan penurasan lapisan kek yang terbentuk masih nipis dan keliangan kek hampir sama bagi semua tekanan. Oleh itu jatuh tekanan (DP) menjadi faktor utama bagi perpindahan jisim cecair menerusi lapisan kek, di mana peningkatan DP akan mempercepatkan halaju aliran turasan. Apabila kek telah terbentuk dengan sempurna, tekanan operasi mula memberi kesan kepada keliangan lapisan kek dan pada masa ini DP tidak lagi menjadi faktor tunggal perpindahan jisis cecair. Ketika ini fluks mula kelihatan hampir sekata.

4.2 Kesan Suhu Terhadap Fluks Penurasan

Dari graf Rajah 3, didapati kadar penurasan meningkat dengan suhu operasi. Perbezaan peningkatan suhu operasi adalah lebih besar untuk suhu 80°C ke 90°C tetapi perbezaan ini kecil untuk suhu 70°C ke 80°C. Manakala untuk suhu 90°C dengan tekanan 500 kN/m², peningkatan suhu adalah jauh lebih besar dari operasi penurasan dengan tekanan rendah (26.6 kN/m²). Perbezaan kadar penurasan tidak begitu ketara pada permulaan operasi mungkin kerana pada

peringkat tersebut lapisan kek yang terbentuk adalah nipis dan terdapat banyak minyak dalam lapisan kek dan media berliang. Keliangan setempat kek juga didapati agak tinggi. Keadaan ini berubah dengan masa, di mana untuk masa seterusnya ketebalan kek semakin meningkat dan keliangan setempat pula menjadi kecil apabila lapisan minyak yang tertinggal dalam lapisan kek semakin berkurang. Jadi ini meningkatkan kerintangan kek. Oleh kerana kelikatan minyak berkurang dengan suhu maka didapati kadar penurasan akan berkurang dengan suhu operasi.

4.3 Rintangan Spesifik Kek

Hasil daripada kajian mendapati bahawa rintangan spesifik kek (α) dipengaruhi oleh kaedah penurasan dan keadaan operasi iaitu suhu dan tekanan. Perubahan α bagi setiap keadaan penurasan adalah seperti berikut.

4.3.1 Penurasan Vakum Arah Bawah

Graf dalam Rajah 4 menunjukkan hubungan antara α dengan DP untuk suhu 70°C, 80°C dan 90°C bagi penurasan vakum arah bawah. Nilai α berada dalam julat 2×10^{10} hingga 1.5×10^{11} m/kg. Seperti yang telah dijangkakan, didapati bahawa semua nilai α meningkat dengan peningkatan DP operasi. Perubahan yang sedemikian berlaku kerana peningkatan tekanan mengurangkan keliangan kek dan seterusnya menyukarkan cecair turasan menembusi lapisan kek. Keputusan ini mengesahkan bahawa kek yang terbentuk dalam penurasan ini merupakan kek boleh mampat seperti yang dinyatakan oleh Rushton.

Peningkatan suhu operasi pula mengurangkan α . Pengurangan ini berlaku mungkin disebabkan oleh dua faktor iaitu kesan kelikatan dan kandungan air yang terperangkap dalam lapisan kek. Kita tahu bahawa kelikatan berkurang dengan suhu. Dalam hal ini, pada suhu tinggi kelikatan minyak menjadi rendah dan ini akan memudahkan pengaliran minyak atau hasil turasan menerusi liang-liang zarah dalam lapisan kek.

Seperkara yang istimewa dalam penurasan minyak sawit ialah kehadiran air dalam buburan. Oleh itu penurasan ini melibatkan tiga fasa iaitu air, minyak dan pepejal, dan kek yang terbentuk akan mengandungi ketiga-tiga komponen seperti yang ditunjukkan dalam Jadual. Kehadiran air dalam kek merupakan satu halangan kepada pengaliran minyak. Dalam hal ini didapati kandungan air yang terperangkap berkurang dengan suhu. Keadaan ini menyebabkan α yang diperolehi dari penurasan pada tekanan yang sama berkurang dengan peningkatan suhu.

4.3.2 Penurasan Vakum Arah Atas

Graf dalam Rajah 5 menunjukkan bahawa α bagi penurasan arah atas pada 90°C meningkat dengan DP dalam julat 5.0×10^{10} hingga 2.3×10^{11} m/kg seperti yang ditunjukkan dalam penurasan vakum arah bawah. Walau bagaimanapun nilainya tinggi sedikit dari penurasan arah bawah yang mana pada suhu operasi yang sama mencatatkan nilai α antara 2.55×10^{10} hingga 6.38×10^{10} m/kg. Keadaan ini berlaku kerana penurasan arah atas bebas dari pengaruh graviti oleh itu kek yang terbentuk merupakan persepaduan antara zarah-zarah halus dan kasar dan keadaan memungkinkan penyumbatan kain penuras. Sementara dalam penurasan arah bawah dalam zarah-zarah kasar akan terenap dahulu, oleh itu kesan penyumbatan dapat dikurangkan.

4.3.3 Penurasan Tekanan Tinggi

Penurasan Tekanan Tinggi memberikan rintangan spesifik yang agak tinggi iaitu dalam julat 1.14×10^{12} hingga 4.417×10^{12} m/kg berbanding a dari penurasan vakum. Nilai a ditunjukkan dalam Jadual 3. Ini disebabkan oleh kesan pemampatan kek yang terjadi akibat tekanan yang besar digunakan. Biasanya penuras tekanan tinggi menggunakan tekanan operasi melebihi 1 atm atau 101.3 kN/m^2 .

4.4 Kandungan Minyak Dalam Kek

Kandungan minyak dalam ketiga-tiga teknik penurasan ditunjukkan dalam Jadual 2, 3 dan 4. Secara keseluruhan, kandungan minyak dalam kek menurun dengan peningkatan tekanan operasi. Hasil ujikaji juga menunjukkan bahawa kandungan minyak dalam kek bagi penurasan vakum arah atas jauh lebih tinggi dari yang terdapat pada kek penurasan tekanan dan tekanan vakum arah bawah. Keadaan ini berlaku kerana dalam ujikaji penurasan arah atas, kek yang terbentuk berada dalam keadaan terendam dan buburan.

Walau bagaimana pun, keadaan ini tidak perlu dirisaukan kerana dalam sistem operasi yang sebenar, kehilangan minyak bersama kek turasan dapat dikurangkan melalui proses pengurangan sedut, basuhan (Penuras Drum Berputar) atau pemerahan hidraulik.

Kajian telah dijalankan untuk mengurangkan kandungan minyak dalam kek dengan menggunakan teknik pembasuhan. Dalam kajian ini, air panas telah digunakan untuk mengeluarkan sebahagian minyak yang terperangkap dalam kek. Hasil kajian ini ditunjukkan dalam Rajah 6. Dari graf tersebut didapati bahawa teknik ini berjaya menurunkan sedikit paras minyak dalam kek dari 19% kepada 16%. Walau bagaimana pun, kaedah ini didapati tidak sesuai kerana keupayaan pembasuhannya terlalu kecil. Dalam masa yang sama kajian tekanan hidraulik juga telah dijalankan dan didapati kandungan minyak dapat dikurangkan hingga ke 10% (berat kering) atau 4% (berat basah) dengan menggunakan tekanan 140 bar seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7.

4.5 Rekabentuk Alat Penuras Skala Loji Pandu

Berdasarkan kepada keputusan ujian makmal di atas, maka dapat diperhatikan bahawa penurasan vakum berpotensi untuk digunakan sebagai teknik penjemihan minyak sawit. Ini adalah berdasar kepada nilai a yang rendah berbanding dengan a yang dihasilkan dari ujian penurasan tekanan tinggi. Berdasar kepada kesimpulan ini, dua jenis alat penuras vakum selanjut dicadangkan untuk dibina bagi mengkaji prestasi penurasan buburan minyak sawit dalam skala loji pandu. Alat penuras tersebut ialah Penuras Vakum Dram Berputar (RVDF) dan Penuras Vakum Belt Berputar.

Untuk permulaan pembinaan dan pengoptimuman alat penuras ditumpukan kepada Penuras Vakum Dram Berputar. Secara kasar, penuras vakum dram berputar (Gambarajah 4) yang mempunyai dinding berliang (diperbuat dari plat stainless steel berlubang) dan pada bahagian dalamnya terdapat binaan unit-unit penuras yang terpisah antara satu sama lain. Unit-unit ini dicantumkan pada bahagian hujung dram melalui sistem paip. Bahagian hujung dram bersambung dengan injap tetap yang dibahagikan kepada dua bahagian iaitu bahagian penurasan dan bahagian pengeringan (Gambarajah 5).

Setiap bahagian pada injap disambung dengan sistem paip yang berasingan ke kebuk vakum dan aliran keluar dari bahagian injap tersebut dikawal oleh injap gate secara berasingan untuk melaraskan samada bahagian tersebut beroperasi atau tidak. Kain penuras dipasang pada permukaan luar dram. Dalam operasi penurasan, sebahagian dari dram akan terendam dalam buburan di tangki buburan dan dram pula digerakkan oleh motor yang lengkap dengan unit kawalan kelajuan putaran. Di bahagian tepi tangki buburan dalam arah melawan putaran dram, terdapat sebilah blade pemotong yang bertugas memotong kek yang terbentuk pada permukaan dram. Gambaran keseluruhan sistem penurasan dram berputar ditunjukkan dalam Gambarajah 6.

Bagi melihat kebolegunaan alat tersebut, ujian telah dijalankan dengan menggunakan buburan kalsium karbonat. Ujian ini telah menunjukkan alat tersebut berfungsi dengan baik. Seterusnya kajian lanjut akan dijalankan untuk penurasan buburan minyak sawit.

Kos pembinaan alat di atas ialah dalam lingkungan \$30,000 dan perbelanjaan ini jauh lebih rendah dari harga alat yang hampir sama di pasaran pada masa ini yang dianggarkan sebanyak \$200,000.

5.0 KESIMPULAN

Dari ujian yang dijalankan jelas menunjukkan bahawa penurasan berpotensi untuk dijadikan teknik baru penjemihan minyak sawit mentah. Walau kadar kehilangan minyak yang berlaku mungkin tinggi, tetapi ianya boleh diperolehi kembali dengan bantuan proses pemerahan samada secara berasingan atau di unit pemerah skru.

Hasil dari kajian juga menunjukkan bahawa penurasan vakum amat sesuai digunakan kerana a yang dihasilkan jauh lebih rendah dari penurasan tekanan. Oleh itu untuk proses sekala loji pandu, alat penurasan selangar yang kebanyakannya berasaskan kepada penurasan vakum boleh digunakan.

Kehilangan minyak melalui kek dapat dikurangkan dengan cara mengitarkan semula kek tersebut ke unit pemerah skru. Di sini kek akan diperah bersama buah yang temyah kuman.

Dalam teknik penurasan, buburan minyak sawit tidak memerlukan proses pencairan, oleh itu jumlah isipadu air proses yang diperlukan oleh kilang berkurang dan dalam masa yang sama sisa buangan dari proses ini dapat dikurangkan lebih dari 200%.

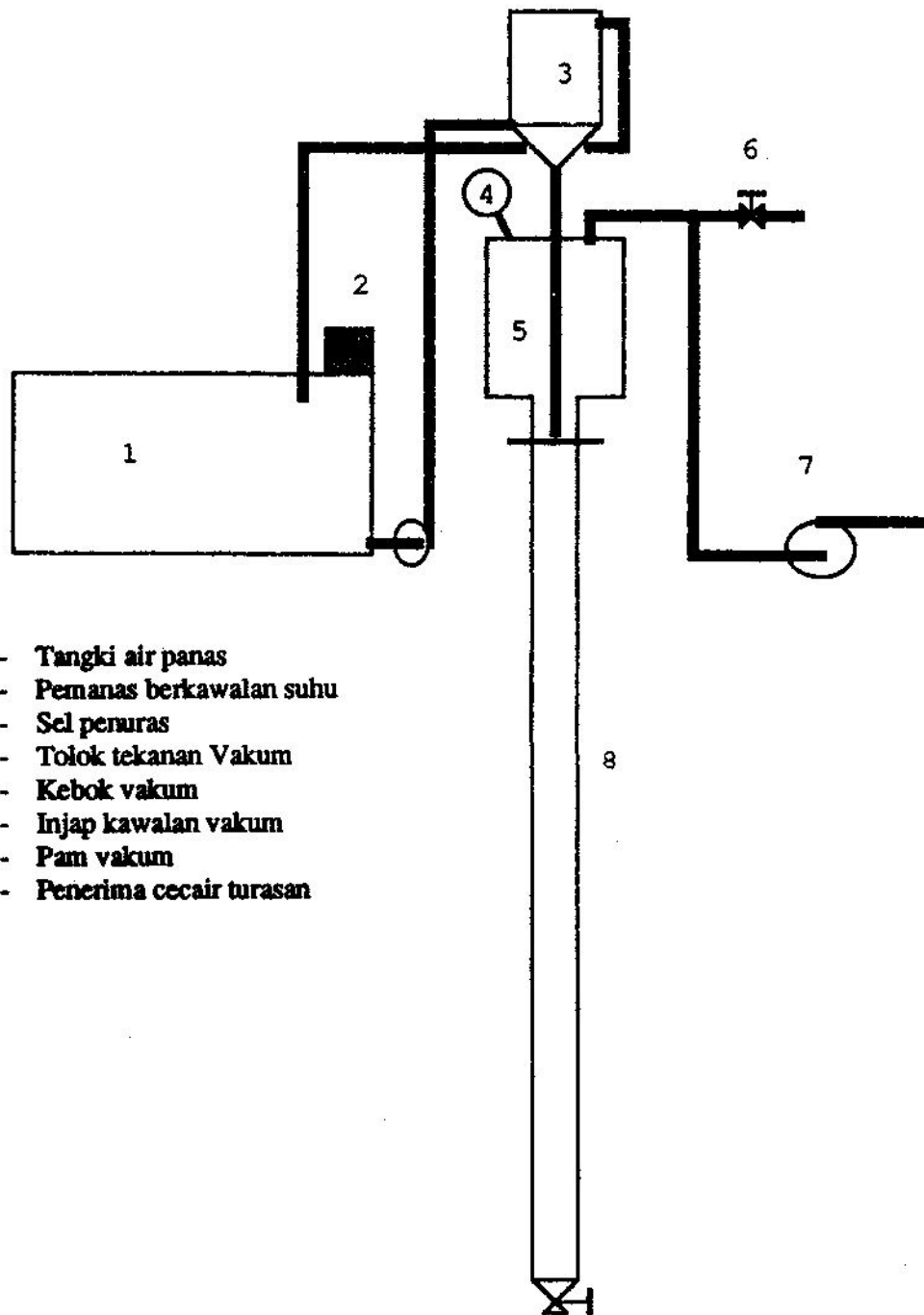
Dalam masa yang sama, satu alat penuras selangar berjaya dibina dengan kos yang agak rendah dan sesuai untuk proses penurasan minyak sawit mentah.

PENGHARGAAN

Penyelidik ingin mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Sains Teknologi dan Alam Sekitar yang telah menaja penyelidikan ini melalui mekanisma IRPA dan juga tidak dilupai Unit Perundingan dan Penyelidikan yang telah banyak menolong dari segi pengurusan dan tunjuk ajar. Ucapan terima kasih juga kepada pihak Golden Hope Plantation Bhd., FELDA dan Elmina Oil Mill (Guthrie) yang telah membekalkan sampel minyak sawit mentah.

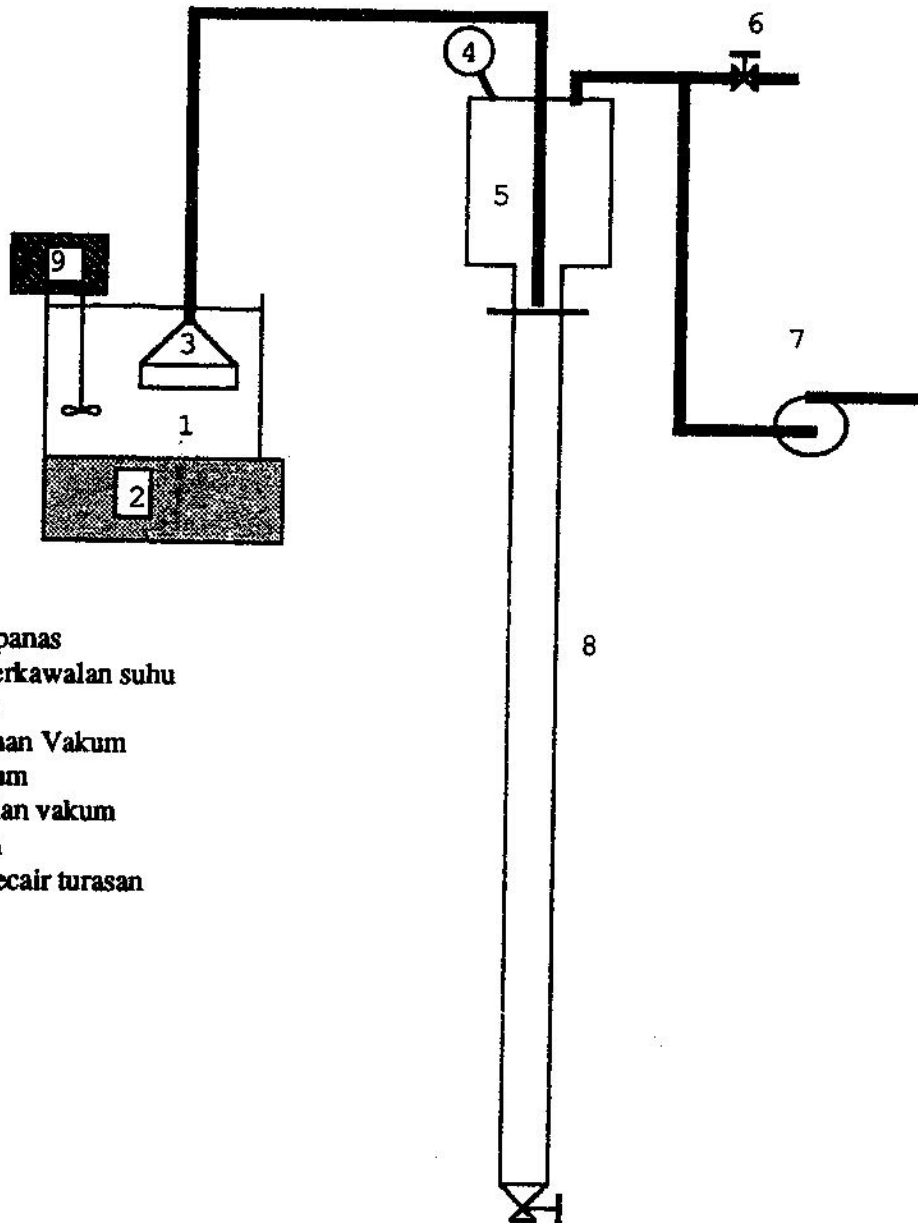
RUJUKAN

- Adnan, R., 1988. Penurasan minyak sawit mentah. Disertai Sarjana Sains (Kejuruteraan). U.K.M.**
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1978. Chemical Engineering, Vol. 2. Pergamon Press. New York. Hlm. 335.**
- Gregor, W. dan Scarlett, B., 1974. Filtration and Separation. 11:151.**
- Lee, C.T., 1986. Penurasan minyak sawit mentah. Disertai Sm Kejruteraan. U.K.M.**
- Palm Oil Process Handbook, 1985. Terbitan Institut Penyelidikan Minyak Sawit Malaysia, Kuala Lumpur.**
- PORIM Bulletin, May 1990. Terbitan Insitut Penyelidikan Minyak Sawit Malaysia.**
- Ramlan, A.A., 1990. Filtration of Crude Palm Oil Slurry, Chemeca 90, Auckland, New Zealand.**
- Ramlan, A.A., Hamdani, S., Adnan, R., Nor, H.M., 1991. Feasibility of Filtering Crude Palm Oil Slurry. Seminar PARTEC.**
- Robert, H.P. and Don, G. Perry's Chemical Engineers Handbook. Sixth Edition. McGraw Hill.**
- TAS News, Nov. 1990. Terbitan Institut Penyelidikan Minyak Sawit Malaysia (PORIM)**
- Tiller, F.M. 1953. Porosity in Filtration: constant rate and constant pressure filtration. Chem. Eng. Progr. 49:467.**



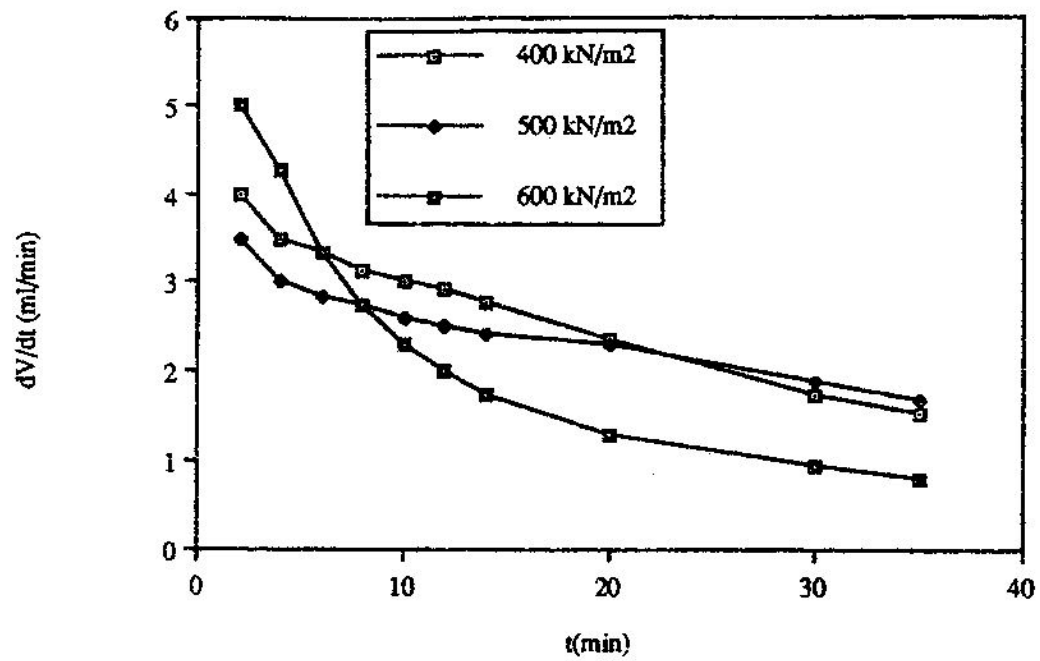
- 1 - Tangki air panas
- 2 - Pemanas berkawalan suhu
- 3 - Sel penuras
- 4 - Tolok tekanan Vakum
- 5 - Kebok vakum
- 6 - Injap kawalan vakum
- 7 - Pam vakum
- 8 - Penerima cecair turasan

GAMBARAH 2: Unit penurasan vakum arah bawah

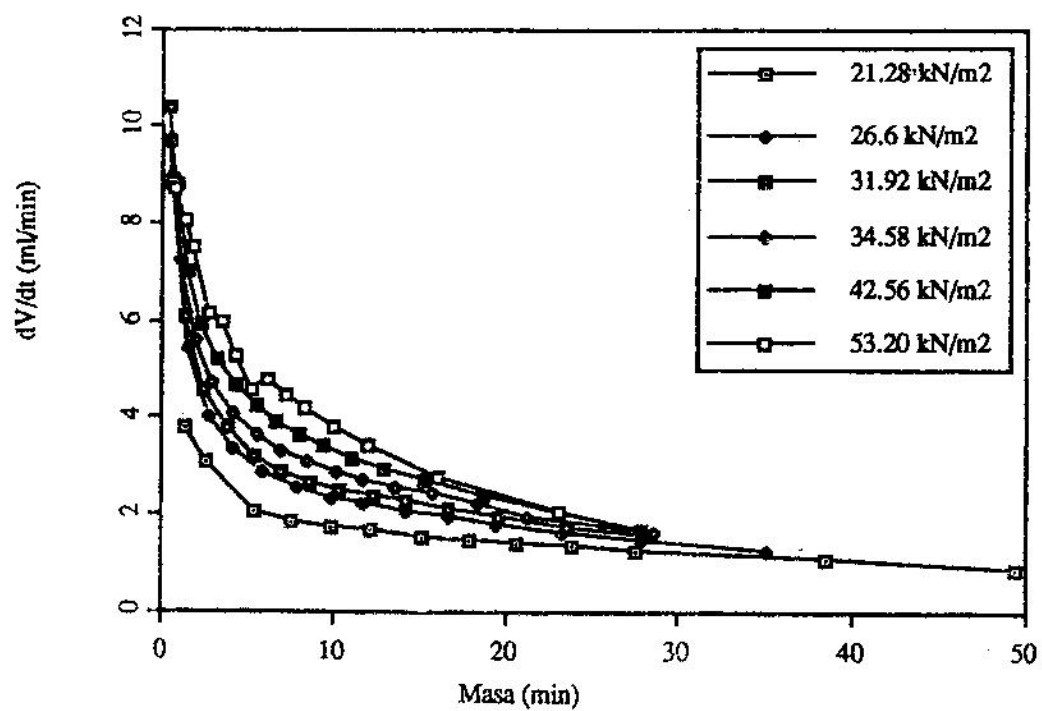


- 1 - Tangki air panas
- 2 - Pemanas berkawalan suhu
- 3 - Sel penuras
- 4 - Tolok tekanan Vakum
- 5 - Kebok vakum
- 6 - Injap kawalan vakum
- 7 - Pam vakum
- 8 - Penerima cecair turasan
- 9 - Pengaduk

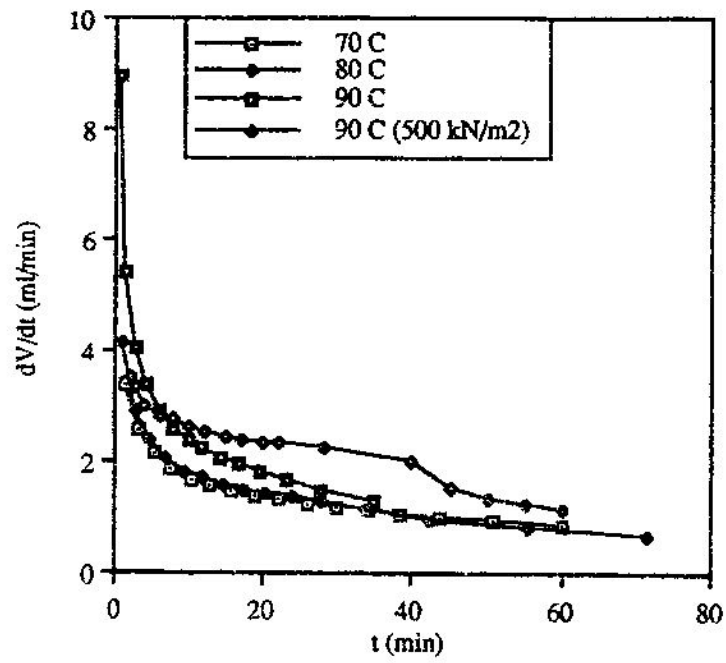
GAMBARAH 3: Unit penurasan vakum arah atas



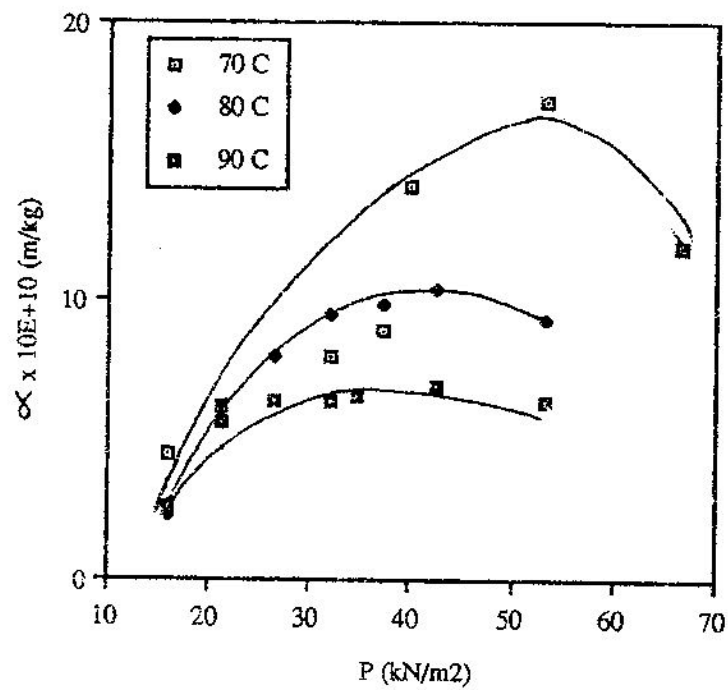
Rajah 1 : Graf dv/dt melawan t pada suhu 90 °C



Rajah 2 : Graf dv/dt melawan masa pada suhu 90 °C



Rajah 3 : Graf dv/dt melawan t pada perbezaan suhu



Rajah 4: Graf α melawan ΔP pada suhu 70, 80 dan 90 °C

Tekanan (ΔP) (kN/m ²)	α (m/kg)	Kandungan air dalam kek (%)
13.16	5.33×10^{10}	48.51
26.32	9.72×10^{10}	46.97
39.47	1.45×10^{11}	35.39
52.63	2.02×10^{11}	29.36
65.75	2.29×10^{11}	17.95

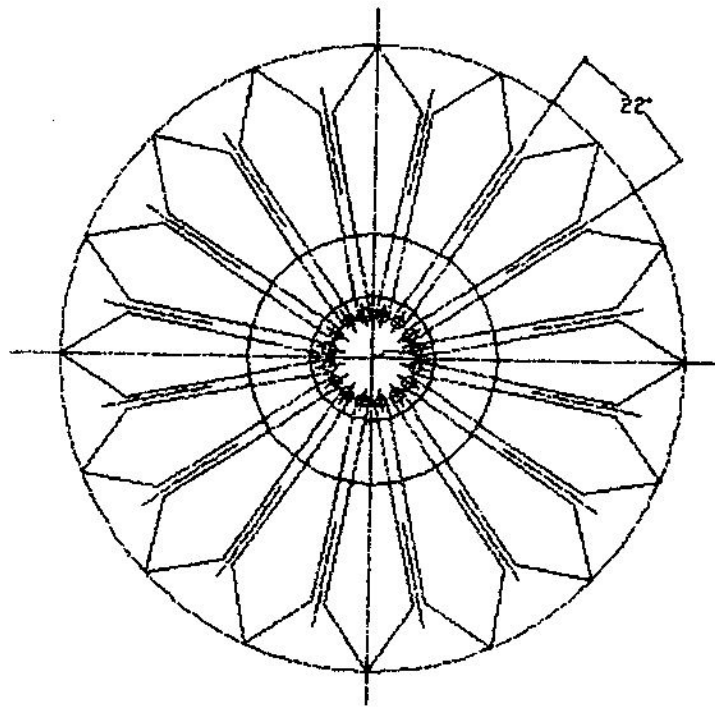
Jadual 2: Rintangan spesifik kek dan kandungan minyak dalam kek bagi penurasan vakum arah atas.

Tekanan (kN/m ²)	α (m/kg)	% Kehilangan minyak
400	1.140×10^{12}	9.0567
500	1.293×10^{12}	12.453
600	4.417×10^{12}	0.0

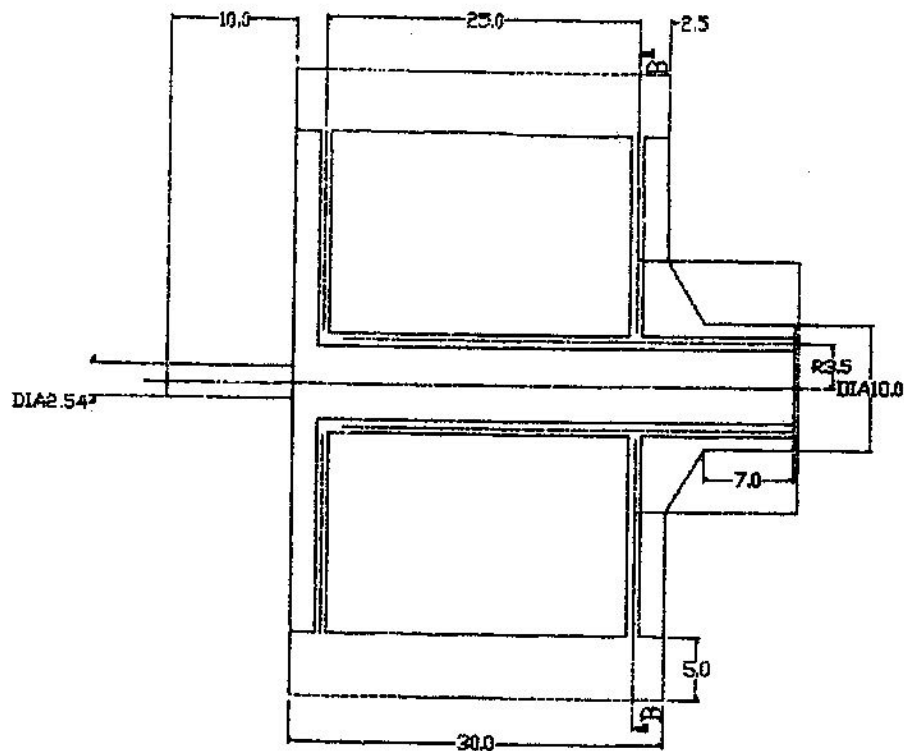
Jadual 3: Nilai kerintangan spesifik dan % kehilangan minyak untuk operasi tekanan tinggi.

Tekanan kN/m ²	Suhu			Purata
	70 °C	80 °C	90 °C	
15.96	18.996	14.304	18.677	17.326
21.28	19.52	19.088	20.428	19.699
26.60	19.166	20.137	19.164	19.489
31.92	19.654	19.262	19.268	19.395
37.24	23.386	21.245	19.429	21.353
39.90	21.560	21.554	18.847	20.654
53.20	22.219	22.876	18.838	21.311

Jadual 4: Analisis kandungan minyak dalam kek

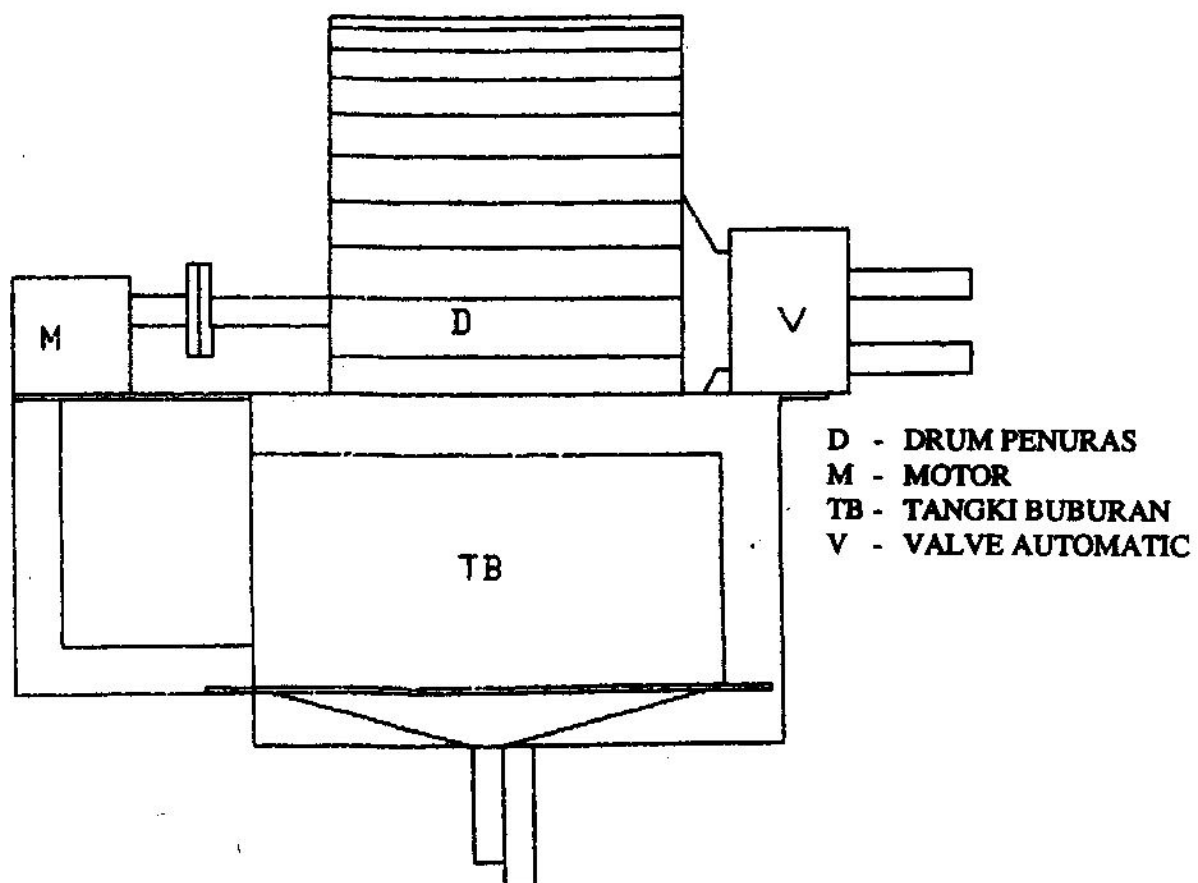


SECTION B - B

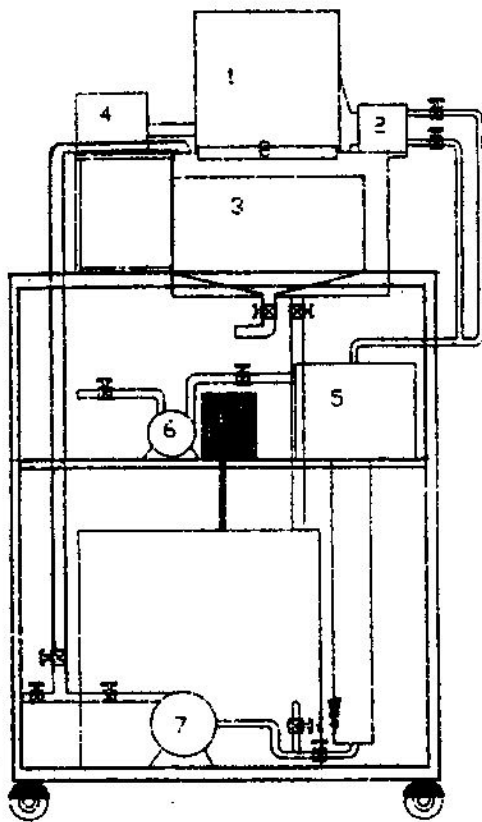


SECTION A - A

Gambarajah 4: Struktur Drum Alat RVDF



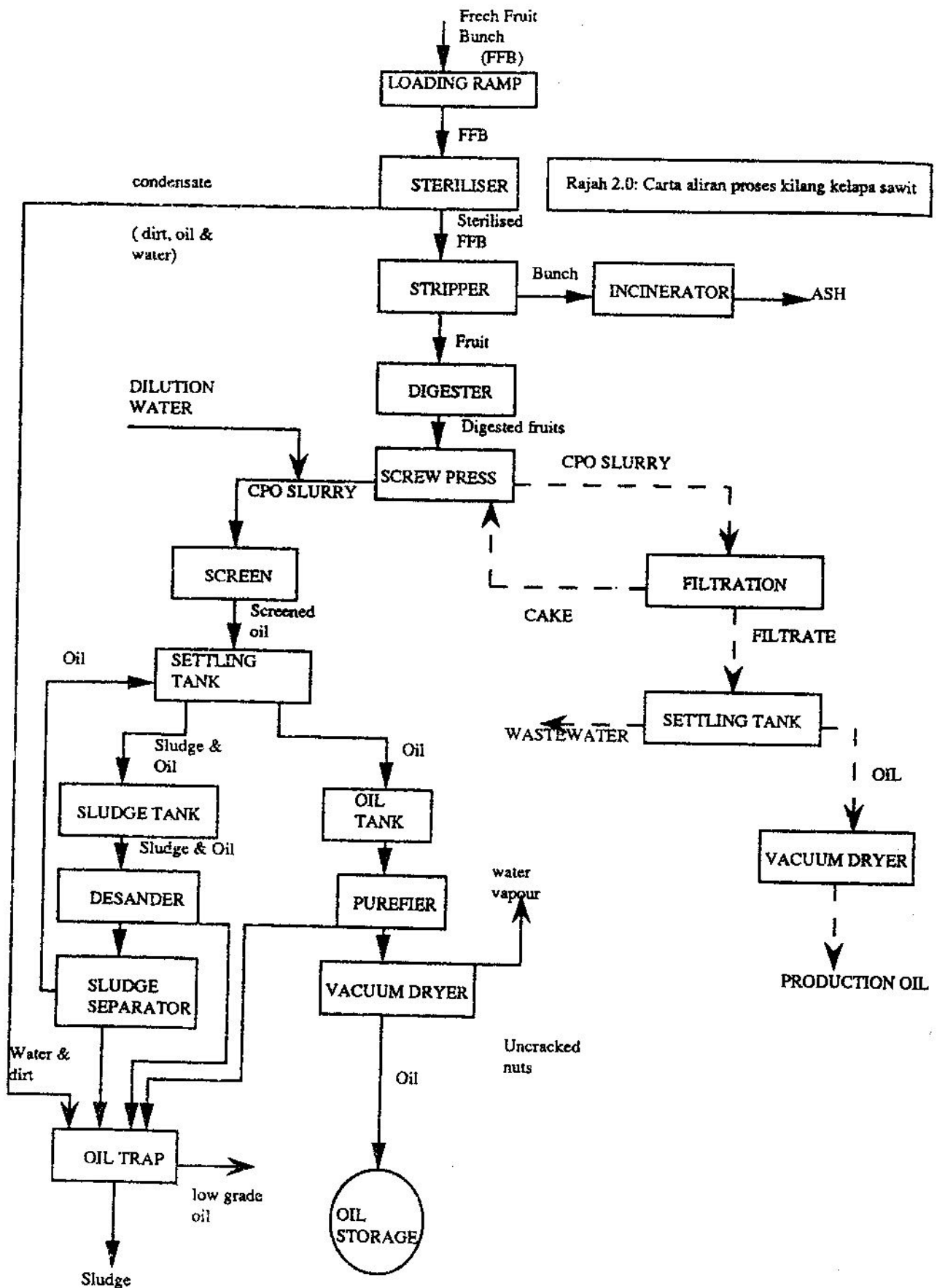
Gambarajah 5: Bahagian-bahagian Penurasan RVDF



**GAMBARAJAH ALAT PENURAS VAKUM
DRUM BERPUTAR**

- 1 DRUM
- 2 INJAP AUTOMATIF
- 3 TANGKI BUBURAN DAB PEPEJAL
- 4 MOTOR
- 5 KEBUK VAKUM
- 6 PAM VAKUM
- 7 PAM CECAIR
- 8 PISAU PEMOTONG LAPISAN PEPEJAL

Gambarajah 6: Gambaran Keseluruhan Sistem RVDF



GAMBARAJAH 7: Kedudukan proses penurasan dalam skema kilang sawit